

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)1月23日

技術表示箇所

(全5頁)

最終頁に続く

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のスピンプバルブ要素を有し、前記各スピンプバルブ要素が自由磁性層と、非磁性層により前記自由磁性層から分離されたピン止め磁性層とからなる磁気抵抗型センサと、

前記磁気抵抗型センサと接触し、センス電流を前記センサに、該センス電流が前記センサの中を該センサの平面に垂直な向きに流れるように供給するための導電手段とを備えることを特徴とする磁気抵抗型変換デバイス。

【請求項2】 前記導電手段が、前記磁気抵抗型センサの両側に配置され、かつそれと磁気結合して変換ギャップを形成する1対の磁極／シールド層を有することを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗型変換デバイス。

【請求項3】 前記スピンプバルブ要素の数が前記変換ギャップの大きさに比例することを特徴とする請求項2記載の磁気抵抗型変換デバイス。

【請求項4】 書き込み磁束を供給するために前記磁極／シールド層に磁気結合する書き込みコイル手段を備えることを特徴とする請求項2記載の磁気抵抗型変換デバイス。

【請求項5】 前記スピンプバルブ要素が1対の導電層の間に配置され、かつ前記導電層が前記磁極／シールド層の間に配置されていることを特徴とする請求項2記載の磁気抵抗型変換デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気抵抗型(MR)変換器に関し、特に複数のスピンプバルブ要素を使用するMR変換器に関する。

【0002】

【従来の技術】本願発明に関連する先行技術として、本願と同じ出願人に譲渡された1994年11月14日付け米国特許出願番号第08/337,878号明細書には、磁気バイアスを有する巨大磁気抵抗型(GMR)素子を使用し、かつ該GMR素子の平面に対して垂直な流れ(CPPモード)のセンス電流を利用する変換器が開示されている。

【0003】従来技術によれば、非常に高い線記録密度で磁化面からデータを読み取ることができる、MRセンサ又はヘッドと呼ばれる型式の磁気変換器が知られている。MRセンサは、磁界信号を磁気読出し素子の抵抗変化から、該素子により感知される磁束信号の大きさ及び方向の関数として検出する。

【0004】書き込み動作は、1対の離隔された磁極要素を用いて電磁誘導的に実行される。これら書き込み磁極要素は磁路を形成し、かつ後方結合領域において互いに接触しつつ、磁極先端領域に非磁性変換ギャップを画定する。この変換ギャップは、例えば磁気ディスクのような隣接する記録媒体の表面に近接して浮動するように配置される。

【0005】これら従来のMRセンサの中には、センサの抵抗の成分が磁化の向きと電流の流れる方向とがなす角度のコサインの2乗として変化する、異方性磁気抵抗(AMR)効果に基づいて動作するものがある。このAMR効果が、磁気素子の抵抗に比較的小さい割合の変化を生じさせるとしても、これらMRセンサは、AMR効果の結果として機能する。

【0006】MRセンサの別のタイプは、結合していない2つの強磁性層間の抵抗が、前記2層の磁化の向きがなす角度のコサインとして変化する、かつ電流の流れの向きに無関係であることで区別されている。このメカニズムは、選択した材料の組合せについて、AMR効果よりも大きい磁気抵抗効果を生じさせ、これは「スピンプバルブ」(SV)磁気抵抗効果と呼ばれている。

【0007】ツァン(Tsang)他による論文「Design, Fabrication and Testing of Spin, Valve Read Heads for High Density Recording」、IEEE Transactions on Magnetics、1994年11月発行、第3801~3806頁には、第1強磁性層がその磁化配向(magnetic orientation)の向きに固定され、即ち「ピン止め」され、かつ前記第1層から分離された第2強磁性層の磁気モーメントが、感知される信号の磁界に応答して自由に回転するSV構造が開示されている。

【0008】ディエニ(Dieny)他による米国特許第5,159,513号明細書には、基板上に形成された積層構造からなり、かつ非磁性金属材料の薄膜層で分離された磁性材料の第1及び第2薄膜層からなるSVセンサが開示されている。印加磁界ゼロにおける前記第1強磁性層の磁化の向きは、所定位置に固定された即ちピン止めされた前記第2強磁性層の磁化の向きに対して実質的に直角に設定される。前記センサの中に電流の流れが生じ、かつ感知される磁界の関数として強磁性材料の前記第1層における磁化の向きの回転により生じる抵抗変化による、MRセンサにおける電圧の変化が検出される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】多くのMRヘッドの場合、MR素子が1対の磁気シールドから電気的に絶縁され、かつ1組の別個の導体がMR素子の一方の曲上に設けられて、MR素子の中を基準電流が所謂平面内電流(current in the plane)(CIP)モードで流れる。このCIPモードは、エレクトロマイグレーションによるショートのような問題を生じる虞があり、かつ更に、CIPモードのMR素子は比較的寸法が大きく、かつその複雑な構造のために大量生産するに高価である。

【0010】CIPモードのMRヘッドに代わるものと

して、センス電流がMR素子の中を該MR素子の平面に対して垂直な向きに流れる(CPP)タイプのMRセンサが使用されている。このCPPモードのヘッドは、CPPヘッドにより生成される読出し信号が基本的に信号のトラック幅に依存しないという事実を含めて、CIPモードのヘッドに対して多くの利点を有する。巨大磁気抵抗型(GMR)センサにおけるこのようなCPPモードのMRセンサの一例が、ロットメイヤー(Rottmayer)他による論文「A New Design For An Ultra-High Density Magnetic Recording Head Using A GMR Sensor In The CPP Mode」、IEEE Transactions On Magnetics、Volume 31、No. 6、2597、1995年11月発行に記載されている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、複数のSV素子を使用するMRセンサが提供される。前記SV素子は、1対の離隔された導体間の構造内に配置され、前記導体間をセンス電流が流れて、CPPモードで前記SV素子の動作を生じさせる。本発明の変換器構造により、記録媒体上のデータトラックに対して位置を自己調整するセンサが得られる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1及び図2は、ヘッド構造100と、ヘッド構造100に関してZ方向(+Z又は-Z)に沿って移動する磁気媒体50とを示している。ヘッド構造100は、磁気媒体50からX方向に空気力学的に画定される浮上高さHだけ離隔されている。ヘッド構造100を磁気媒体50の遷移領域が通過すると、ヘッド構造100の磁気抵抗部分123が、磁束即ちフリンジ磁界(fringe field)を検出して、その抵抗を変化させることにより応答する。セラミックのような磁氣的に非伝導性の材料で形成されたスライダ形状の基板110が、ヘッド構造100のバルク部分を形成し、かつ空気力学的浮上力を与える。

【0013】基板110は、X方向に延長する概ね平坦な上面111と、Z方向に延長するように上面111に対して概ね直角に切断された媒体対向側面115とを有する。磁氣的かつ電氣的な伝導性を有する材料(EC/MC材料)で形成された第1磁極(ポール)/シールド層121が、基板上面111上に適合させて前端縁部113に向けて延長するように形成されている。第1磁極/シールド層121の材料は、パーマロイのようなニッケル-鉄組成、又は高透磁率を有する強磁性材料とすることができる。第1磁極/シールド層121のZ方向厚さは、1~4 μ mの範囲内にあると好都合である。

【0014】電氣的な伝導性を有するが磁氣的には非伝導性の材料(EC/MN材料)で形成された第1導体即

ち接点要素(contact element)122が、磁極/シールド層121の前方部分の上に、基板の前端縁部113近傍に形成されている。第1接点要素122は、例えば、銅、金、銀、及びこれら金属の合金からなる群から選択されたEC/MN材料のいずれか又は組合せて構成することができる。第1接点要素122のZ方向厚さは、200 \AA ~2000 \AA の範囲内であると好都合である。

【0015】図2、図3A及び図3Bにより詳細に示すように、第1接点要素122の上にMR素子123が形成されている。公知のように、このようなMR素子123の電気抵抗は、時間で変動する磁束に曝されると変化する。誘導型(インダクティブ)変換器と異なり、MR素子は、磁化遷移の変化の速度よりもむしろ磁化遷移の大きさに対して感度を有する。これによりMR素子は、磁気媒体の速度の変化に対する感度不感のように、誘導型変換器に対していくつかの利点を有する。MR素子123のZ方向全体の厚さは、50 \AA ~2000 \AA の範囲内であると好都合である。

【0016】第1接点要素122の材料と同一又は等価の材料であるEC/MN材料で形成された第2接点要素124が、MR素子123上に形成されている。第2コンタクト素子124のZ方向厚さは、第1接点要素122と実質的に同一である。第1磁極/シールド層121の材料と同じ又は等価のEC/MC材料で形成された第2磁極/シールド層125が、第2接点要素124上に形成されている。第2磁極/シールド層125のZ方向厚さは、第1磁極/シールド層121と実質的に同一又はそれより大きい。

【0017】第1及び第2磁極/シールド層121、125は、サンドイッチ構造の要素122~124を越えて+X方向に延長し、バックギャップ130を画定する。バックギャップ130は、少なくとも電氣的に非伝導性である材料(EN/MX材料)で、より好適には、 Al_2O_3 のような磁氣的及び電氣的に非伝導性(EN/MN)の材料又はハードベークされたレジストで充填されている。第1磁極/シールド層121の上面と第2磁極/シールド層125の下面間の前端縁部113における間隔が、先端ギャップGを画定している(図2)。先端ギャップGの寸法は、第1接点要素122、MR素子123及び第2接点要素124のZ方向厚さの合計により画定される。各要素122~124のX方向幅は、好適には0.2~0.4 μ mである。

【0018】符号141~144で示される導電性の巻線要素を有する平面的な書込みコイル140が、バックギャップ130を中心に形成され、かつEN/MN充填・平面化構造により第1及び第2磁極/シールド層121、125から電氣的に絶縁されている。書込み回路150がコイル140の両端に接続され、書込みモードでは、バックギャップ130の前方側に配置された巻線要

素141~142の中を第1の方向に流れる電流IWを送り出し、かつバックギャップ130の後方側に配置された巻線要素143~144の中を反対側の第2方向に流れる電流を送り出し、それにより前記先端ギャップ及びバックギャップの中に磁束の流れを生じさせる。書込み動作では、前記先端ギャップにおける磁束の流れの変化が、磁気媒体50に磁化の向きが異なる磁化領域を生じさせる。

【0019】読出し回路160が第1及び第2磁極/シールド層121、125の対向する後端部に接続され、読出しモードでは、サンドイッチ構造の要素122、123、124の中をZ方向に流れるセンス電流IRを送り出す。読出しセンス電流IRは、MR素子123の中を垂直に流れ、それにより上述したCIPのエレクトロマイグレーションの問題が回避される。

【0020】図3A及び図3Bは、それぞれリードバック・センサ構造(図3A)と該リードバック構造内の通常のスピバルブ構造(図3B)とを詳細に示している。図3Aでは、導体124、122が前記スピバルブ構造の上側及び下側に配置された形で示されている。この構造は、Cu、Ag、Au又はこれらの類似物のような適当な非磁性材料のスペーサ191、192、193で分離された複数のスピバルブ要素181、182、183、184を有する。使用されるスピバルブセンサの数は、変換ギャップにおけるスペースの制限と製造の複雑さとに依存する。図3Aに示されるようなセンサの数は単なる例示であり、本発明を制限するものではない。

【0021】一般的なスピバルブの構造が図3Bに示されており、NiFe又はNiFeCoのような適当な磁性材料からなる自由層20を備える。Cu、Ag、Au又はこれらの類似物のようなスペーサ層21が自由層20の上に配置され、かつその上にNiFe、NiFeCo、Co、又はこれらの類似物のような適当な磁性材料からなる磁性層22がピン止めされている。磁性層22の上には、FeMn、NiMn、TbCo、又はこれらの類似物からなる交換バイアス層23が設けられている。

【0022】図4は、前記スピバルブ構造の動作を示

しており、矢印22'が磁氣的にピン止めされた磁性層22の磁化の向きを表すのに対し、矢印20'及びそれに関連する破線が、前記磁気媒体からの磁界の変化にตอบสนองする自由層20の磁化の向きの動きを示している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による変換器を側方から見た部分断面図である。

【図2】変換器の読出し部分を詳細に示す図1の2-2線における矢視図である。

【図3】A図は、スピバルブ及び隣接する導体要素を含む変換器の読出し部分を詳細に示す断面図、図Bは一般的なスピバルブの構造を示す断面図である。

【図4】スピバルブセンサにおける磁化の向きの回転を示す図である。

【符号の説明】

191、192、193 スペーサ

181、182、183、184 スピバルブ要素

20 自由層

20'、22' 矢印

21 スペーサ層

22 磁性層

23 交換バイアス層

50 磁気媒体

100 ヘッド構造

110 基板

111 上面

113 前端縁部

115 媒体対向側面

121 第1磁極/シールド層

122 第1接点要素

123 MR素子

124 第2接点要素

125 第2磁極/シールド層

130 バックギャップ

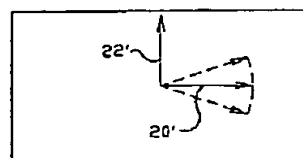
140 書込みコイル

141~144 巻線要素

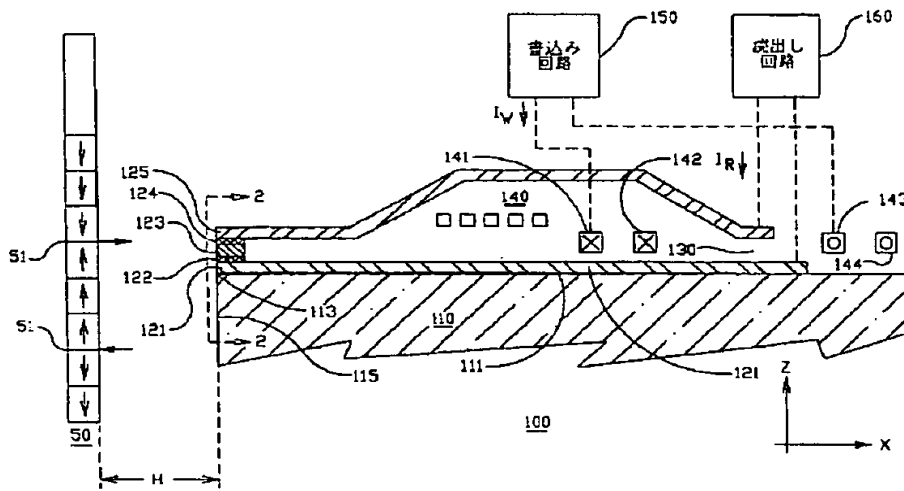
150 書込み回路

160 読出し回路

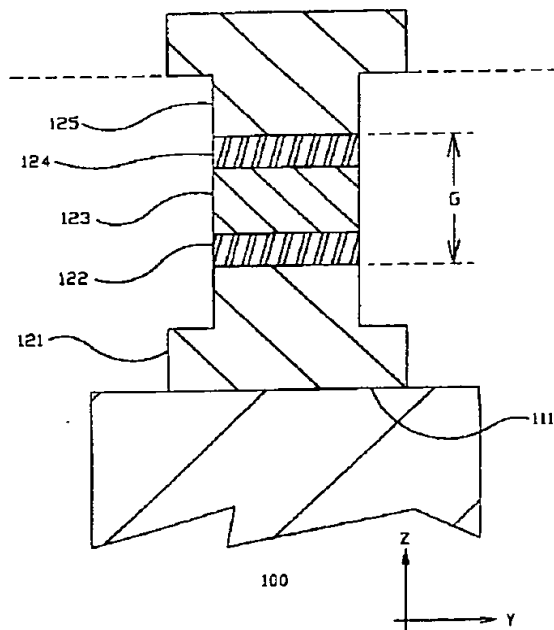
【図4】



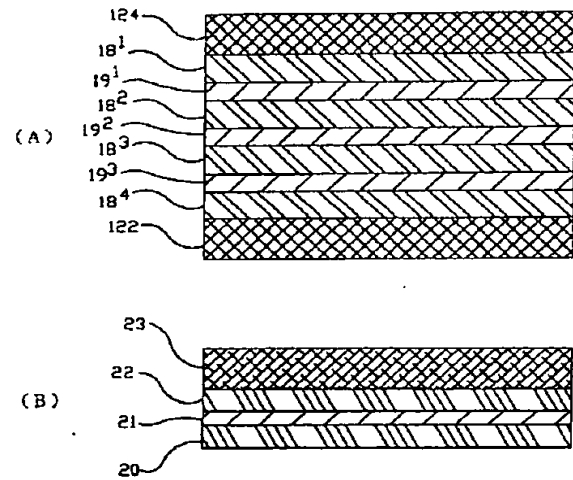
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 フォーテン・トン
 アメリカ合衆国・カリフォルニア州・
 95120, サン・ノゼ, ジョスリン・ドライ
 ブ・7184